

## ACOUSTIC WAVE FILTER

Patent Number: JP2000114923  
Publication date: 2000-04-21  
Inventor(s): FUNEMI MASAYUKI; YAMAGATA YOSHIFUMI  
Applicant(s): KYOCERA CORP  
Requested Patent: JP2000114923  
Application Number: JP19980282986 19981005  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H03H9/64; H03H9/145; H03H9/25  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

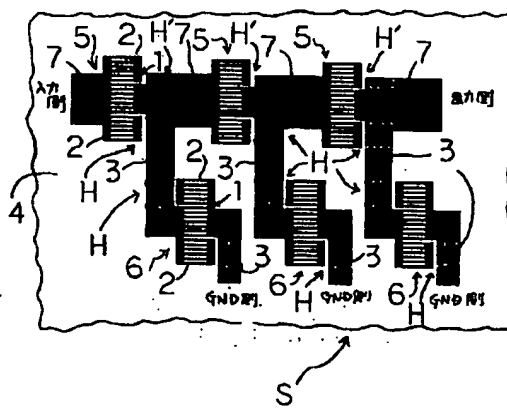
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an excellent acoustic wave filter capable of having a steep shoulder characteristic without changing a piezoelectric element or electrode film thickness and making design in accordance with a desired characteristic.

**SOLUTION:** One bus bar of an IDT electrode 1 of at least one resonator of a ladder type circuit is connected to the bus bar of a reflector electrode 2 provided in one end part of the IDT electrode 1, and the other bus bar of the IDT electrode 1 is also connected to the bus bar of the reflector electrode 2 provided in the other end part of the IDT electrode 1. Thus, capacity is obtained between the reflector electrode 2 and connection wiring 3.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 櫛歯状のIDT電極の両端部に梯子状の反射器電極を配して成る複数の共振子を、IDT電極間を接続配線でラダー型に接続した弾性表面波フィルタであって、少なくとも一つの共振子を構成するIDT電極の一方のバスバーを該IDT電極の一端部に配されている反射器電極のバスバーに接続するとともに、前記反射器電極と接続配線との間に容量を得るように成したことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話等の移動体通信機器に用いられる弾性表面波フィルタであって、圧電基板上に複数の弾性表面波共振子をラダー型に配設した弾性表面波フィルタに関する。

## 【0002】

【従来技術とその課題】近年、電波を利用する電子機器のフィルタ、遅延線、発信機等の素子として多くの弾性表面波素子が用いられている。特に、小型・軽量でかつフィルタとしての急峻遮断性能が高い弾性表面波フィルタは、移動体通信分野において、携帯端末装置のRF段及びIF段のフィルタとして多用されるようになって来ており、低損失かつ通過帯域外の遮断特性が優れた様々の比帯域幅を有する弾性表面波フィルタが要求されている。

【0003】今までに、弾性表面波フィルタには、電極構成の観点から、梯子型（ラダー型）、トランスバーサル型、縦モード結合共振器型等種々のものが実用化されているが、中でもラダー型表面弾性波フィルタは、低損失でかつ良好な通過帯域近傍の遮断特性を有し、高周波化による電極の微細化に伴う耐電力面での信頼性も高く、非常に有望視されている弾性表面波フィルタである。

【0004】このような、ラダー型フィルタの場合、比帯域幅（通過帯域幅を中心周波数で規格化したもの）は、フィルタを構成する弾性表面波共振子の共振周波数と反共振周波数の差である $\Delta f$ を、共振周波数で規格化したものでば決定される。これは、圧電基板の材料定数の一つである電気機械結合係数に大きく依存するが、所望の比帯域幅を得るために、適切な電気機械結合係数を有する圧電基板、及び適切な電極膜厚を選択してフィルタを作製する必要がある。

【0005】また近年、携帯電話システムの急激な変化に伴って、システム側の要求スペックも変化しており、従来よりも急峻な肩特性を持つ弾性表面波フィルタが切望されている。

【0006】弾性表面波フィルタの肩特性は $\Delta f$ で決まるため、これに対しても、適切な電気機械結合係数を有する圧電基板、及び適切な電極膜厚を選択してフィルタを作製することが望ましいが、これらの最適な組み合わ

せが存在せず、やむを得ず一般的な組み合わせを採用している。

【0007】そこで、本発明は圧電基板及び電極膜厚を変えずに、急峻な肩特性を具備させることが可能で、しかも所望の特性に応じて設計を容易にすることが可能な優れた弾性表面波フィルタを提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の弾性表面波フィルタは、櫛歯状のIDT電極の両端部に梯子状の反射器電極を配して成る複数の共振子を、IDT電極間を接続配線でラダー型に接続したものであって、少なくとも一つの共振子を構成するIDT電極の一方のバスバーを該IDT電極の一端部に配されている反射器電極のバスバーに接続するとともに、前記反射器電極と接続配線との間に容量を得るように成したことを特徴とする。なお、ここで、さらに他方のバスバーを該IDT電極の他端部に配されている反射器電極のバスバーに接続するようにしてもよい。

【0009】ここで、図1に本発明のラダー型回路において並列接続された共振子（並列共振子）とそれに接続される接続線の構成例を、図2に従来の構成例を示す。図2に示すように、従来は弾性表面波共振子のIDT電極1と反射器電極2は接続しないか、反射器電極2を共通電位（グランド（GND）電極など）に接続していた。

【0010】本発明では、例えば図1に示すように、並列共振子において、接続配線3に近接する反射器電極2のバスバーをIDT電極1には接続せずに、そのバスバーに対向する一方のバスバーをIDT電極1へ短絡する。このように接続することにより、GND電極と直列シグナル電極との間に容量を発生せしめ、弾性表面波共振子に並列に容量が入った場合と同等とすることにより、反共振周波数 $f_a$ を低下させることができる。なお、直列共振子においても上記と同様にして反共振周波数 $f_a$ を低下させることができる。いずれにせよ本発明では、少なくとも一つの共振子を構成するIDT電極の一方のバスバーを該IDT電極の一端部に配されている反射器電極のバスバーに接続し、反射器電極と接続配線との間に容量を得るようにしている。

【0011】これにより、 $\Delta f = f_a - f_r$ である（ $f_r$ ：共振周波数）から、 $\Delta f$ の小さな共振子が構成され、図3に示すように、従来のインピーダンス特性 $T_1$ は、 $\Delta f$ の減少により本発明のインピーダンス特性 $T_2$ のごとくとなる。

【0012】図4（a）は弾性表面波共振子に並列に容量が入った場合の等価回路図であり、8で示す弾性表面波共振子はLCRの直列接続と、これに並列に容量が入った構造で表わせる。通常、 $f_a$ （反共振周波数）はこの容量で大きく変化するが、図4（b）に示すように、

並列容量9が加わることによってさらに $f_a$ は変化する。また、同様に直列共振子のシグナル電極を太くして反射器電極との間に容量をもたせることで、 $\Delta f$ を小さくすることができる。

【0013】このようにして、 $\Delta f$ の小さな弾性表面波共振子を多数構成すれば、肩特性の急峻な周波数特性を実現できる。すなわち、直列共振子5に本発明を適用した場合は、図6(a)に示す適用前の周波数特性T3が、高周波側に急峻性を示す周波数特性T4となり、並列共振子6に本発明を適用した場合は、図6(b)に示す適用前の周波数特性T5が、低周波側に急峻性を示す周波数特性T6となる。直列共振子及び並列共振子の双方に本発明を適用した場合には、図7に示すように、適用前の周波数特性T7が、高周波側及び低周波側に急峻性を示す優れた周波数特性T8となる。

【0014】すなわち、図1において、反射器電極2とそれに対向する接続配線3の点線で囲まれた領域3aとの部分で並列容量が発生する。これら2つの面積で表される領域(= (A+B) × C、ただし、A: 接続配線3の幅、B: 反射器電極2の幅、C: 反射器電極2のバスパ2aの長さ)の総面積(例えばラダー型回路においてN箇所において存在する場合、= N × (A+B) × C、容量付加部という)が、周波数で規格化した530 mm<sup>2</sup> / MHz以下であれば、 $\Delta f$ を小さくするのに好適であり、特に210~430 mm<sup>2</sup> / MHzであれば、通過帯域内でリップルの発生 of 全く無い優れた弾性表面波フィルタとすることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明に係る一実施形態について図面に基づき詳細に説明する。なお、上述した図1にて説明した部材については同一符号で説明するものとする。

【0016】図5に示す弾性表面波フィルタSは、タンタル酸リチウム単結晶、ニオブ酸リチウム単結晶、ランガサイト型ランタン-ガリウム-ニオブ系単結晶、四ホウ酸リチウム単結晶等の各種の圧電基板4上に、複数の電極指1bを備えた2つのバスパ1aどうしを対向させて成る櫛歯状のIDT電極1の両端部に、梯子状の反射器電極2を配設した共振子(直列共振子5、並列共振子6)の複数を、IDT電極間に接続配線3、7を介してラダー型回路を成すものである。

【0017】ここで、ラダー型回路の少なくとも一つの共振子のIDT電極の一方のバスパと該IDT電極の一端部に配設した反射器電極のバスパとを接続するとともに、IDT電極の他方のバスパと該IDT電極の他端部に配設した反射器電極のバスパとを接続し、両反射器電極と接続配線との間に容量を得るように成している。なお、本発明では、少なくとも一つの共振子を構成するIDT電極の一方のバスパを該IDT電極の一端部に配設されている反射器電極のバスパに接続して、

反射器電極と接続配線との間に容量を得るようにすればよい。

【0018】例えば、42° YカットLiTaO<sub>3</sub> (タンタル酸リチウム) 単結晶の圧電基板上で、対向する電極間に発生する容量を実測して、この結果により所望の容量が得られる設計上可能なパターンを選択すれば良い。これは実際、ラダー型弾性表面波フィルタの各共振子ごとに容量を変え、 $\Delta f$ の異なる設計を行うことが容易にできる。また、このような設計は、基板方位や電極膜厚に応じ行うことは不可能である。

【0019】図8に示すように、容量付加部(図1に示す接続配線の反射器電極2と対向する領域3aと反射器電極2との面積の総面積、図5では直列共振子5においてはH' とHで示される領域、並列共振子においてはHで示される領域であり、領域H' は反射器電極2の一部とそれに対向する接続配線のほぼ同等の面積の領域(図中、破線で示す)との合計面積部分、領域Hは反射器電極の面積とそれに対向する接続配線の領域(図中、破線で示す))とVSWR(定在波比)、及び $\Delta f/f_o$  (ただし、 $f_o$ : 中心周波数)との関係は、容量付加部の面積が周波数で規格化した530 mm<sup>2</sup> / MHz以下であれば、 $\Delta f$ を小さくするのに好適であり、特に210~430 mm<sup>2</sup> / MHzであれば、通過帯域内でリップルの発生 of 全く無い、非常に特性の優れた弾性表面波フィルタとすることができる。

【0020】また、本発明の構造のラダー型弾性表面波フィルタでは、直列共振子と直列配線との容量を大きくするために、直列配線の幅は広く設計を行うので副次的効果として、挿入損失が低下し耐電力性(寿命)が向上する。

【0021】なお、上記基板材料を42° YカットLiTaO<sub>3</sub>としたが、36° ~ 42° YカットLiTaO<sub>3</sub>、あるいは、64° YカットLiNbO<sub>3</sub>等の単結晶を用いても同様な効果を奏することができ、特に基板材料に依存するものではない。また、膜厚についても特に既定するものではない。

【0022】次に、他の実施形態について説明する。

【0023】図9に示すように、反射器電極2のバスパ2aを長手方向へ延在させた延在部2cを設けることで、容量付加部Hの面積を制御するようにしてもよく、また、図10に示すように、反射器電極2の周囲を太い領域(バスパ)2dで囲むようにしてもよい。また、図11に示すように、接続配線3と反射器電極2の一方のバスパとを接続して太い接続領域2eとして、容量付加部Hの面積を制御することも可能であり、これにより同様な効果を奏することができる。そして、このような反射器電極や接続配線の形状や接続のし方は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更実施が可能である。

【0024】

【実施例】次に、本発明に係るラダー型弾性表面波フィ

ルタの実施例を説明する。

【0025】まず、オブティカルグレードの42° YカットLiTaO<sub>3</sub>単結晶基板を用意し、この基板上にAlを主成分とする微細電極パターンを形成した。このパターン作製には、縮小投影露光機（ステッパー）、およびRIE（Reactive Ion Etching）装置によりフォトリソグラフィにより行なった。

【0026】すなわち、基板材料をアセトン・IPA等によって超音波洗浄することにより有機成分等を除去し、次に、クリーンオープンによって充分に基板乾燥を行なった後に、電極の成膜を行なった。電極成膜には、スパッタリング装置を使用し、Al-Cu（重量2%）の材料を成膜した。電極膜厚は約2000Åとした。

【0027】そして、フォトレジストを約0.5μm厚みにスピンコートし、上記ステッパーにより、所望のパターニングを行なった。このステッパーには、パターニングの原版となるレチクルが必要であるが、これは、ステッパー自身の光学系にて像を1/5に縮小投影するため、実際のパターンの5倍のサイズでかまわない。このため、逆に従来のコンタクトアライナーに比べると、5倍の解像度が得られる。

【0028】次に、現像装置にて不要部分のフォトレジストをアルカリ現像液で溶解させ、所望パターンを表出した後、上記RIE装置により、Al-Cuのエッチングを行ない、基板上にラダー型回路を構成するように微細電極のパターニングを終了した。

【0029】この後、保護膜を積層した。すなわち、微細電極上にSiO<sub>2</sub>をスパッタリング装置にて膜厚約150Å程度に成膜し、その後、フォトリソグラフィによってフォトレジストのパターニングを行ない、RIE装置等でワイヤーボンディング用窓開け部のエッチングを行ない、保護膜パターンを完成した。

【0030】次に、基板をダイシングラインに沿ってダイシングし、チップごとに分割した。そして、各チップをダイボンダーによりピックアップし、シリコーン樹脂を主成分とするダイボンド樹脂でSMDパッケージキャビティ内に接着した。この後約160℃の温度をかけ、樹脂を乾燥・硬化した。なお、SMDパッケージは3mm角程度の積層構造とした。

【0031】次に、30μmφAuワイヤーをSMDパッケージのパッド部とチップ上のAlパッド上にボールボンディングした後、リッドをパッケージにかぶせ、シームシーラーにてシーリングし完成した。なお、チップ上のグラウンド電極は各々分離して配線し、Auボールボンディングにてパッケージ上のグラウンドパッドにボンディングした。

【0032】また、ラダー型弾性表面波フィルタを構成する弾性表面波共振子は、IDT電極の対数が40～120対、その交差幅が10～30λ（λは弾性表面波の波長）で、弾性表面波の波長λは直列共振子と並列共振

子とで違えてあるが、ほぼ2μmとした。ここで、反射器電極の本数は直列共振子側で20本、並列共振子側で20本とした。

【0033】この結果、直列側に本発明を用いた場合は、主に直列共振子のインピーダンスによって形成される高周波側の肩特性が急峻になり、同様に並列側に用いた場合は並列共振子のインピーダンスによって形成される低周波側の肩特性が急峻になった。また、直列及び並列に本発明を用いた場合は、同じ理由から図7に示すように低周波側も高周波側も肩特性が急峻になり、下記に示すように非常に特性の優れた弾性表面波フィルタを得ることができた。

【0034】比較例として用いた弾性表面波共振子は、IDT電極の対数を60対、IDT電極の交差幅を10λ、IDT電極の線幅0.5μm、反射器電極の本数を20本とし、42° Yカット-X方向伝搬のタンタル酸リチウム単結晶基板を用い、Al-Cu重量2%電極を膜厚2000Åで形成して試作した。

【0035】実際の測定にはネットワークアナライザのS11を測定し、概略1.9GHz付近で共振特性を有した。この弾性表面波共振子に並列に、交差幅が100μm、反射器電極と接続配線とのギャップG（図1を参照）が17μm、接続配線の幅が200μmの場合の容量をつけた。この場合、容量は0.1pFで設計した。この結果、本容量付き共振子のΔfは約50MHz、容量なしの比較例の場合は約60MHzであったから、その差である約10MHz減少したことになり、従来よりも非常に急峻な周波数特性を実現した。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の弾性表面波フィルタによれば、基板材料や電極膜厚を変えず、Δfの小さな弾性表面波共振子を接続したフィルタとすることができ、肩特性の急峻な周波数特性を実現することができる。

【0037】また、特に接続配線の幅を広くすることにより、挿入損失が低下し、耐電力性（寿命）の優れた弾性表面波フィルタを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るラダー型弾性表面波フィルタを構成する弾性表面波共振子の一例を模式的に説明する平面図である。

【図2】従来のラダー型弾性表面波フィルタを構成する弾性表面波共振子とその配線方法を模式的に示す平面図である。

【図3】周波数とインピーダンスとの関係を示す線図である。

【図4】（a）、（b）はそれぞれ弾性表面波共振子に並列に容量が入った場合の等価回路を示す図である。

【図5】本発明の弾性表面波フィルタを説明する概略平面図である。

【図6】(a)、(b)はそれぞれ周波数と減衰量との関係を示す線図である。

【図7】周波数と減衰量との関係を示す線図である。

【図8】規格化した容量付加部の総面積とVSWR、及び $\Delta f/f_0$ との関係を説明する線図である。

【図9】弾性表面波共振器と接続配線の他の実施形態を模式的に説明する平面図である。

【図10】弾性表面波共振器と接続配線の他の実施形態を模式的に説明する平面図である。

【図11】弾性表面波共振器と接続配線の他の実施形態\*10 S：弾性表面波フィルタ

\*を模式的に説明する平面図である。

【符号の説明】

1：IDT (Interdigital Transducer) 電極

2：反射器電極

3、7：接続配線

4：圧電基板

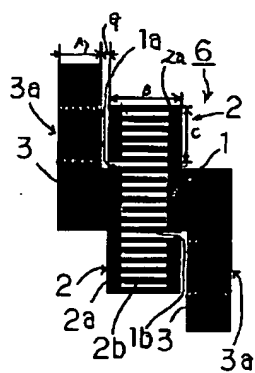
5：直列共振器

6：並列共振器

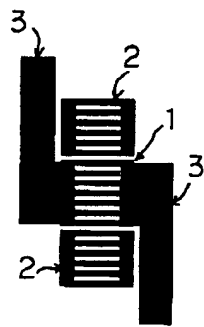
H、H'：容量付加部

S：弾性表面波フィルタ

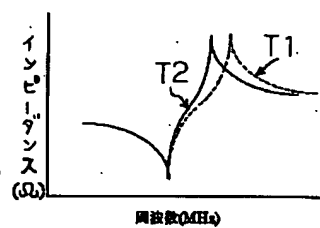
【図1】



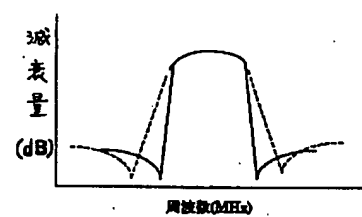
【図2】



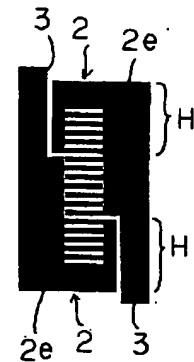
【図3】



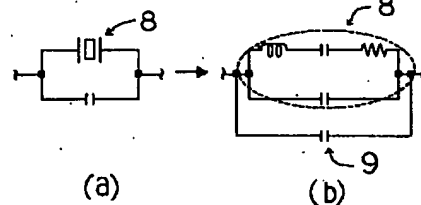
【図7】



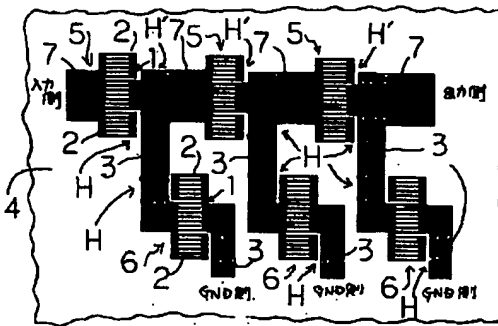
【図11】



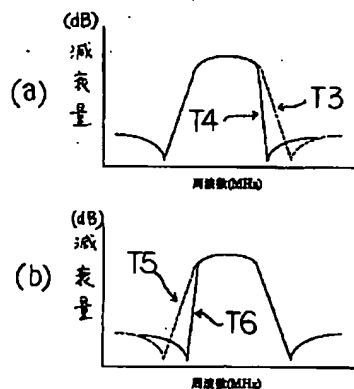
【図4】



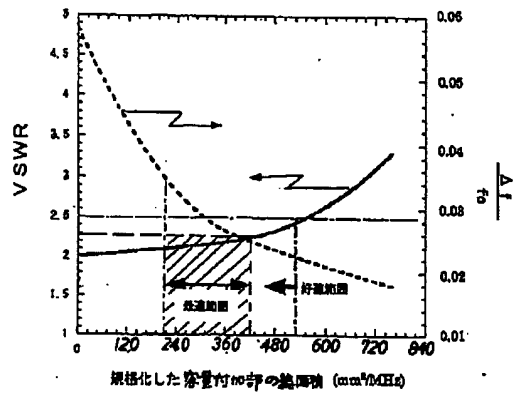
【図5】



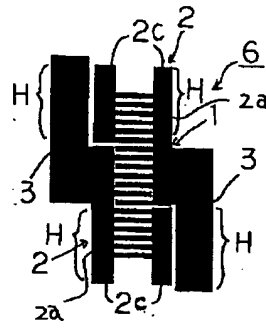
【図6】



【図8】



【図9】



【図10】

